

ОТЗЫВ

официального оппонента,
кандидата технических наук, доцента Зайцева Сергея Викторовича
на диссертационную работу Магдиной Елизаветы Ростиславовны
«Метод оценки бродоходимости колесных транспортно-технологических
машин», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы

Актуальность темы диссертационной работы

Осуществление строительных работ в условиях неосвоенной местности, повышение мобильности инженерно-технических средств силовых структур, организация аварийно-спасательных и восстановительных мероприятий в зонах затопления сопряжена с преодолением принципиальных трудностей, связанных с транспортировкой личного состава, техники и оборудования.

В связи с этим оценка и повышение бродоходимости колесных транспортно-технологических машин (ТТМ) – важная задача для обеспечения их эффективного и безопасного применения в условиях бездорожья, при преодолении водных преград. Существующие экспериментальные методы оценки бродоходимости недостаточно информативны, нацелены в основном на оценку работоспособности затопляемых водой агрегатов, узлов и систем машин и не учитывают комплексного взаимодействия с водной средой.

Из вышеуказанного следует, что рассматриваемая тема диссертации по разработке научно обоснованных методов оценки бродоходимости колесных транспортно-технологических машин является актуальной.

Степень обоснованности положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, получены на основе доказательств и корректно используемых положений фундаментальных и прикладных наук, и применения современных методов физического и математического моделирования, направленных на повышение эффективности бродоходимости ТТМ при преодолении водных преград.

В диссертации приведены доводы и аргументы, демонстрирующие глубину проработки и владение автором рассматриваемыми вопросами.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту обеспечена обобщением существующих источников, применением системного подхода при анализе предметной области исследования, корректной постановкой задачи, использованием апробированного математического аппарата, достаточной сходимостью полученных результатов теоретических расчётов с результатами экспериментальных исследований,

проведением серии контролируемых экспериментов в аэродинамической трубе для определения коэффициентов сопротивления ТТМ.

Основные положения диссертационной работы неоднократно докладывались и обсуждались на конференциях.

По теме диссертации опубликовано 10 научных статей, в том числе – 5 в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов подтверждается внутренним единством и логическим построением диссертационного исследования, использованием апробированного математического аппарата, достаточной сходимостью полученных результатов теоретических расчётов с результатами экспериментальных исследований. Также достоверность подтверждается достаточной полнотой опубликованных материалов диссертации и положительными результатами их апробации на конференциях и реализации в деятельности профильных организаций.

Новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы, рекомендации диссертационной работы, результаты теоретических и экспериментальных исследований обладают новизной в которых отражается следующая теоретическая и практическая значимость:

1. Повышение достоверности оценки бродоходимости колесных ТТМ может быть достигнуто за счет применения математической модели движения машины в водной среде, учитывающей совместное воздействие гидродинамических сил, выталкивающей силы и взаимодействие колес с донным основанием. Новизна заключается в комплексном учете взаимодействия движителей на слабodeформируемом грунте, гидростатической (подъемной) силы, снижающей сцепной вес, гидродинамических сил и тяговых характеристик машины в единой динамической модели.

2. Определение гидростатических и гидродинамических характеристик ТТМ (объемного водоизмещения и коэффициентов сопротивления) может быть осуществлено посредством имитационного моделирования взаимодействия с водной средой, устанавливающего количественные зависимости этих параметров от глубины погружения, скорости течения и пространственной ориентации машины. Новизна заключается в применении современных методов вычислительной гидродинамики (CFD) для моделирования плохообтекаемых

корпусов ТТМ в условиях частичного погружения и определении основных гидродинамических характеристик, необходимых для оценки сил сопротивления.

3. Валидация имитационных моделей может быть осуществлена путем сравнительного их анализа и экспериментальных данных, полученных при испытаниях на масштабных физических моделях ТТМ. Новизна заключается в адаптации методик аэродинамических испытаний для решения гидродинамических задач бродоходности и валидации результатов численного моделирования.

4. Оценка предельной бродоходности колесных ТТМ может быть осуществлена комплексным методом, интегрирующим результаты математического, имитационного моделирования и экспериментальных исследований. Новизна метода заключается в интеграции разработанной математической модели движения, результатов CFD-моделирования гидродинамических характеристик и данных экспериментальных исследований в единый алгоритм, позволяющий учитывать особенности движения ТТМ при преодолении водных преград.

Теоретическая и практическая значимость работы

Расширена база знаний в сфере исследования бродоходных свойств самоходных колесных машин: предложена математическая модель взаимодействия колесной машины с водно-грунтовой средой при движении вброд; разработана и экспериментально подтверждена методика расчетного определения коэффициентов лобового и бокового гидродинамического сопротивления машины в условиях изменяющихся параметров водной среды; разработан универсальный метод расчетного определения бродоходных свойств ТТМ.

Разработанный метод позволяет устанавливать объективно достижимые уровни бродоходности колесных ТТМ различного назначения и обосновывать конструктивные требования к разработчикам техники по их реализации; обосновывать рекомендации по практическому применению серийной техники в условиях проведения аварийно-спасательных работ в зонах затоплений для разных глубин и скоростей течения воды на слабдеформируемом грунте.

Научные результаты реализованы автором в работе ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» для разработки и обоснования требований к проходимости транспортных средств при преодолении водных преград вброд.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 188 использованных источников и 5 приложений. Объем диссертации составляет 218 страниц машинописного текста, включающего 151 страницу основного текста, 42 таблицы и 81 рисунок.

Во введении проведено обоснование актуальности темы, определены степень её разработанности, цель и решаемая научная задача, частные задачи исследования и границы их проведения, обоснована новизна исследования, теоретическая и практическая значимость работы, методы исследования, положения, выносимые на защиту.

В *первой главе* системно анализируется проблема проходимости ТТМ при преодолении водных преград вброд, обосновывается необходимость нового комплексного подхода к оценке бродоходимости колесных машин, основанного на методах математического, компьютерного CFD-моделирования и экспериментальных исследованиях на масштабных физических моделях.

Во *второй главе* разработана математическая модель взаимодействия колесной машины с водной средой и слабодеформируемым донным основанием, учитывающая гидростатические и гидродинамические силы, сцепные свойства движителей и реализуемую силу тяги. Проведен анализ влияния скорости движения ТТМ, глубины водной преграды и скорости течения воды на устойчивость машины. Разработаны методики расчетной оценки объемного водоизмещения и коэффициентов сопротивления ТТМ на основе реализации имитационных моделей их взаимодействия с водной средой.

В *третьей главе* приведены результаты физического моделирования воздействия водной среды на модель ТММ. Проведен полнофакторный эксперимент. Получены регрессионные зависимости для расчета коэффициентов гидродинамического сопротивления и рыскающего момента ТММ.

В *четвертой главе* представлены результаты расчетных и экспериментальных исследований в виде методики оценки бродоходимости колесных ТТМ. Проведена апробация метода на примере оценки бродоходимости экскаватора-погрузчика, позволившая определить критические параметры водной преграды по глубине и скорости течения и обосновать безопасный режим движения машины в заданных условиях эксплуатации.

В *заключении* сформулированы основные научно-практические результаты диссертационного исследования.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Диссертационная работа и автореферат соответствуют требованиям, предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а также паспорту научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы:

– пункт 1 «Теория рабочих процессов транспортно-технологических средств и их комплексов отраслевого назначения, включая транспорт, сельскохозяйственное, лесохозяйственное, дорожное, строительное, коммунальное, подъемно-транспортное, военное и т. д. (автомобилей, тракторов,

амфибийных машин, мобильных роботов, планетоходов, подъемно-транспортных, строительных, дорожных, коммунальных машин, вспомогательного транспортно-технологического оборудования), взаимодействующих с опорной поверхностью - посредством контактных движителей и/или опорных, ходовых модулей (колесных, гусеничных, роторно-винтовых, шагающих, лыжных, воздушных подушек и др.) и с рабочими средами (объектами) – посредством навесного, прицепного и другого технологического оборудования»);

– пункт 3 «Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования».

Таким образом, диссертация отвечает критериям актуальности темы исследования, обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности и новизны, теоретической и практической значимости.

Автореферат отражает структуру и содержание диссертации, отличается грамотным и последовательным изложением, достаточным объемом включенного в него материала.

Замечания и недостатки

Оценивая диссертацию, как законченный научный труд, выполненный на высоком научном уровне, следует отметить некоторые замечания:

1. В работе рассмотрен частный случай движения машины под углом 90° к направлению течения воды. Было бы целесообразно ввести в математическую модель движения ТТМ, например, профиль дна, крен или дифферент машины, что более характерно при эксплуатации машин в зонах затопления;

2. Для более корректной работы предложенного метода оценки бродоходимости и вероятности преодоления зон затопления ТММ, необходимо рассматривать не только глубину воды и скорость течения, но и ширину самой водной преграды, и время её преодоления.

В целом отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку диссертационной работы Магдиной Елизаветы Ростиславовны.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Магдиной Елизаветы Ростиславовны на тему "Метод оценки бродоходимости колесных транспортно-технологических машин" является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей значение для развития машиностроения, как отрасли знаний, в части оценки бродоходимости колесных транспортно-технологических машин, повышения эффективности их применения в зонах затопления.

Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской

Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Магдина Елизавета Ростиславовна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы.

Я, Зайцев Сергей Викторович, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры
«Тягачи и амфибийные
машины» ФГБОУ ВО
«Московский автомобильно-
дорожный государственный
технический университет
(МАДИ)»

Сергей Викторович Зайцев

Дата: «12» ноября 2025 г.

Диссертация защищена по специальности 05.05.03 - Колесные и гусеничные машины.

Подпись официального оппонента Зайцева Сергея Викторовича заверяю.

Ученый секретарь
ученого совета Университета



М.Ю. Алексева

Дата: «12» 11 2025 г.

Адрес организации:

125319, г. Москва, Ленинградский просп., 64,
ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»; телефон: 8 (499) 155-03-80; e-mail: info@madi.ru